

Nástup mediteránního a subtropického typu počasí ve Střední Evropě z pohledu jak reálných, tak RCM dat v projekci do konce 21. století

The advent of Mediterranean and subtropical type of weather in Central Europe in terms of real and RCM data projection to the end of the 21st century

Pavel Zahradníček^{1,2}, Aleš Farda², Beáta Szabó-Takács², Petr Štěpánek^{1,2}

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Česká republika¹; CzechGlobe – Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i, Brno, Česká republika²

Abstrakt

Mnoho studií na změny klimatu zabývající se nejen Střední Evropou predikují významné změny v charakteru budoucího klimatu. V naší studii jsme se soustředily na komplexní změnu typu počasí podle Köppen-Geiger klimatické klasifikace. RCM modely predikují pro Střední Evropu a to hlavně na období 2071-2100 výrazné rozšíření mediteránních a subtropických typů počasí. Na základě této informace jsme se snažili zjistit, jestli se v jednotlivých letech už tento typ počasí nevyskytuje v současnosti. Některé roky lze už takto charakterizovat a v posledních 20 let frekvence těchto let stoupá. V práci je zaměřeno hlavně na oblast Střední Evropy a to konkrétně na Českou republiku, Slovensko a Dolní Rakousko. Pro tuto doménu byly využity data z projektu EP FP6 CECILIA. Pro širší doménu zahrnující i Maďarsko a Slovinsko bylo využito gridových dat EOBS (1961-2013) a RCM ENSEMBLES (2011-2100).

Klíčová slova: Köppen-Geiger klasifikace, EP FP6 CECILIA, ENSEMBLES, sucho

Abstract

Many contemporary studies of climate change focused on or including Central Europe suggest significant changes of future climate characteristics. In our study we examined climate change signal using the Köppen-Geiger climate classification. RCM models predict for Central Europe, mainly for the period 2071-2100 a significant expansion of Mediterranean and subtropical type of weather. Based on this information, we try to analyses individual present years whether this type of weather is now occurring too. Some of these years can be characterized as follows and in the last 20 years increasing of the frequency is occurred. The study is mainly focused on the area of Central Europe, namely the Czech Republic, Slovakia and Lower Austria. For this domain were used data from the project EP FP6 CECILIA. EOBS

data (1961-2013) and RCM ENSEMBLES (2011-2100) were used for wider domain which including Hungary and Slovenia too.

Keywords: Köppen-Geiger classification, EP FP6 CECILIA, ENSEMBLES, drought

Úvod

Změna klimatu představuje významný zásah do společnosti i ekosystémů a to díky efektům způsobeným účinky zvyšující se teploty vzduchu, změnou v rozložení srážek a také zvyšujícím se počtu povětrnostních extrémů. Za pomoci dostatečně podrobných a hlavně kvalitních klimatických projekcí lze kvantifikovat dopady na jednotlivé regiony a lokality. K tomu slouží soubor více regionálních klimatických modelů vznikající v rámci různých projektů (ENSEMBLES, CECILIA) a nebo za použití více emisních scénářů, jak je to nově řešeno v EURO-CORDEX.

Komplexní klimatická změna může znamenat posun klimatických zón. Tato očekávaná změna může ovlivnit nepříznivě (v některých případech i příznivě) různé rostlinná společenstva, které budou mít tendenci se přesouvat za svými klimatickými optimálními podmínkami. Tento posun může narušit přirozenou biodiverzitu a potlačit místní druhy. Dále tyto nové druhy mohou intenzivně expandovat a zabírat nová území. To se následně může projevit i do socioekonomické sféry, kdy regionální ekonomiky závislé na produkci konkrétních místních komodit budou značně poškozeny.

Pro zkoumání posunu těchto klimatických zón jsme si vybrali jednu z nejpoužívanějších klimatických klasifikací Köppen – Geiger. Německý vědec Wladimir Köppen publikoval v roce 1900 a 1931 jeho klasifikační systém. Významné modifikace přinesl v roce 1961 Geiger a pak dodatečně ještě Trewartha (1968). Tato klasifikace je založena na skutečnosti, že obecný charakter vegetace je určen klimatem. Diskuzi o jednotlivých Köppenových klasifikačních variantách publikoval nedávno Belda a kolektiv (2014). Varianta použita pro tuto studii byla aktualizována Kotteka a kol. (2006), který přidal pozorované údaje z druhé poloviny 20. století.

Podle analýz regionálně klimatických modelů (RCM) bude docházet k výraznému posunu klimatických zón i v oblasti Střední Evropy. Hlavně ve vzdálenější budoucnosti (2071-2100) by mělo dojít k masivnějšímu nástupu mediteránních a subtropických typů počasí a poklesu míst s boreálním typem klimatu. Na základě těchto informací jsme analyzovali jednotlivé roky v současnosti (1961-2013) jestli již nyní lze pozorovat roky s mediteránním či subtropickým klimatem. Autoři si jsou vědomi, že použitá klasifikace je založena na dlouhodobých charakteristikách, ale snahou o netradiční použití chtějí poukázat na meziroční

variabilitu typu počasí na území Střední Evropy a při zaměření na konkrétní typy lze i z této meziroční variability pozorovat postupné změny, které se odráží i v budoucí projekci klimatu. V práci je zaměřeno hlavně na oblast Střední Evropy a to konkrétně na Českou republiku, Slovensko a Dolní Rakousko. K zajímavým změnám dochází i v oblasti Maďarska, na které jsme se okrajově taktéž zaměřili, ale již na základě jiného typu dat.

Materiál a metody

Pro projekci budoucího typu klimatu ve Střední Evropě jsme použili simulace RCM ALADIN-Climate/CZ popsané ve Farda a kol (2010) a RegCM3 (Pal a kol 2007). Horizontální rozlišení modelů je 10 km a popisuje období 2021-2050 a 2071-2100. Model ALADIN-Climate/CZ je řízen GCM modelem ARPEGE a model RegCM je řízen GCM modelem ECHAM5. Oba modely jsou pro emisní scénáře IPCC SRES A1B. Oba RCM modely vznikly v rámci projektu EC FP6 CECILIA. Varianta Arpege/Aladin reprezentuje spíše pesimistickou verzi vývoje budoucího klimatu, naopak varianta ECHAM5/RegCM je více optimistický. Díky tomu jsou v této práci obsaženy oba póly možného vývoje. Pro širší doménu byly použity RCM ENSEMBLES modely. Ty vznikly v rámci EU 6. Framework programu, kdy GCM modely byly downscalingované do vyššího rozlišení a pokrývají celou Evropu zhruba v 25 km rozlišení v kontinuální časové řadě 2011-2100.

Pro potřeby domény zahrnující Českou republiku, Slovensko a Dolní Rakousko byla v rámci projektu EC FP6 CECILIA vytvořena pro současné klima gridová síť s rozlišením 10 km (Štěpánek a kol 2011b). Jako vstupní data sloužily meteorologické stanice, u kterých byla provedena kontrola kvality dat, homogenizace a doplnění všechny chybějících hodnot a úseků (Štěpánek a kol 2011a, 2013). Takto vzniklý produkt je nazýván jako technické řady stanic. Jak technické řady, tak i gridové body z nich spočítané, jsou k dispozici pro období 1961-2013 (Česká republika), 1961-2008 (Rakousko) a 1961-2009 (Slovensko). Celá doména je pokryta 1786 gridovými body v denním kroku.

Pro širší doménu byla použita největší databáze denních dat v evropském měřítku ECA&D (Klein Tank a kol., 2002). Ta obsahuje více než 31 tisíc řad denních dat, které prošly kontrolou kvality dat, pro 12 meteorologických prvků z více než 7000 meteorologických stanic v 62 zemích. Polovina z těchto dat je volně dostupná. Z těchto staničních dat byla vytvořena pravděpodobně nejlepší evropská databáze gridových bodů v rozlišení $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ (Haylock a kol, 2008). Pokrývá období od roku 1950.

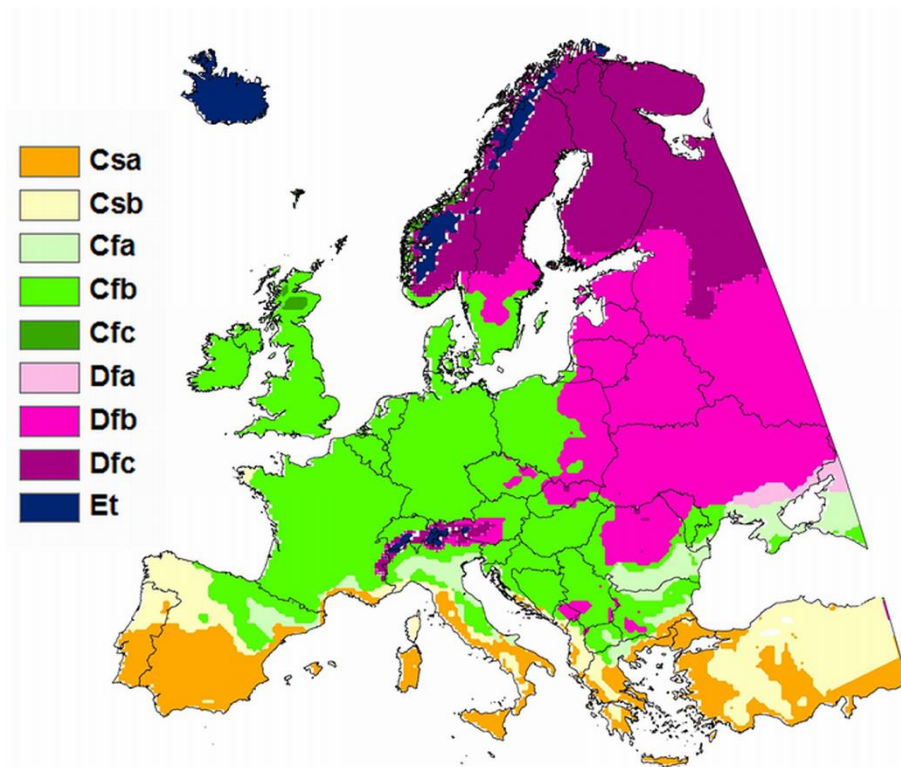
Podle Köppen – Geiger klasifikace středomořské podnebí lze rozdělit do dvou podtypů, jako je horké středozevní klima (Csa) a teplé středozevní klima (Csb), které se nachází severně od

prvního (obr. 1). Jako okraj středozevního klimatu lze charakterizovat typ Cfa, který se nachází hlavně ve střední a severní Itálii a také v severní oblasti Balkánského poloostrova. Alpy tvoří přírodní hranici oddělující středozevní klima od středoevropského na západě a na východě tuto funkci plní Dinárské pohoří.

Tab. 1. Vybrané typy Köppen – Geiger klasifikace a jejich teplotní a srážkové limity (P_w = zimní srážky, P_s = letní srážky)

Typ/ Subtyp	Popis	Teplota vzduchu	Srážky
C	Vlhké mezotermní C.	$T_{\max} > 10^{\circ}\text{C}$ and $T_{\min} > - 3^{\circ}\text{C}$	
CSa	Středomořské C.	$T_{\max} > 22^{\circ}\text{C}$	$p_{w\max} \geq 3 p_{s\min}$
CFa	Vlhké subtropické C.	$T_{\max} > 22^{\circ}\text{C}$	$p_{s\max} < 10 p_{w\min}$ and $p_{w\max} < 3 p_{s\min}$
CFb	Oceánské C.	$T_{\max} < 22^{\circ}\text{C}$	$p_{s\max} < 10 p_{w\min}$ and $p_{w\max} < 3 p_{s\min}$
CFc*		$T > 10^{\circ}\text{C}$ v méně než ve 4 měsících	$p_{s\max} < 10 p_{w\min}$ and $p_{w\max} < 3 p_{s\min}$
D	Kontinentální/Mikrotermní C.	$T_{\max} > 10^{\circ}\text{C}$ $T_{\min} < - 3^{\circ}\text{C}$	
DFb	Hemiboreální C.	$T_{\max} < 22^{\circ}\text{C}$	$p_{s\max} < 10 p_{w\min}$ and $p_{w\max} < 3 p_{s\min}$
DFc	Kontinentální/borální C.	$T > 10^{\circ}\text{C}$ v méně než ve 4 měsících	$p_{s\max} < 10 p_{w\min}$ and $p_{w\max} < 3 p_{s\min}$
ET	Tundra C.	$0^{\circ}\text{C} \leq T_{\max} < 10^{\circ}\text{C}$	

Alpské klima je velmi rozmanité a je tvořeno v nižších polohách oceánským typem Cfa a Cfb a ve vyšších výškách přechází do boreálního typu Dfb a Dfc. Nejvyšší části hor jsou samozřejmě tvořeny tundrou (ET). Středoevropské klima je tvořeno hlavně oceánským typem Cfb a ve vyšších nadmořských výškách Českého masivu a Karpat (Tatry) je tvořeno boreálními typy Dfb a Dfc. Detailní charakteristiky jednotlivých typů naleznete v tabulce 1.



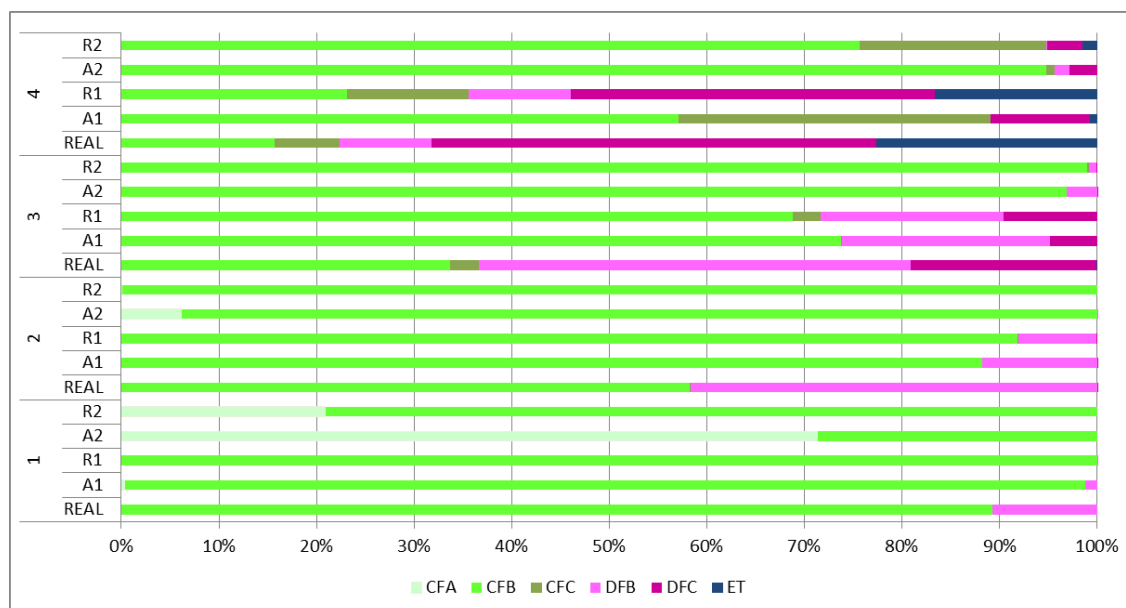
Obr. 1. Köppen-Geiger klasifikace pro Evropu spočítaná na základě EOBS dat pro současné období

Klimatické modely mají různé chyby a proto před jejím zpracováním je lepší tyto data korigovat na základě skutečných dat. Jelikož v této studii se pracuje s měsíčními daty, byla korekce provedena taktéž v tomto kroku. RCM modely RegCM a Aladin byly porovnány s totožnou sítí technických řad (10×10 km) pro období 1961-2000. Nalezené rozdíly byly následně použity pro korekci budoucího klimatu. Pro modely RCM ENSEMBLES sloužila ke korekci gridová síť EOBS.

Výsledky

Změna klimatických typů se neděje na celém zkoumaném území (CZ, SK, část AT) rovnoměrně, proto jsme i vzhledem k případné budoucí analýze impaktů těchto změn na

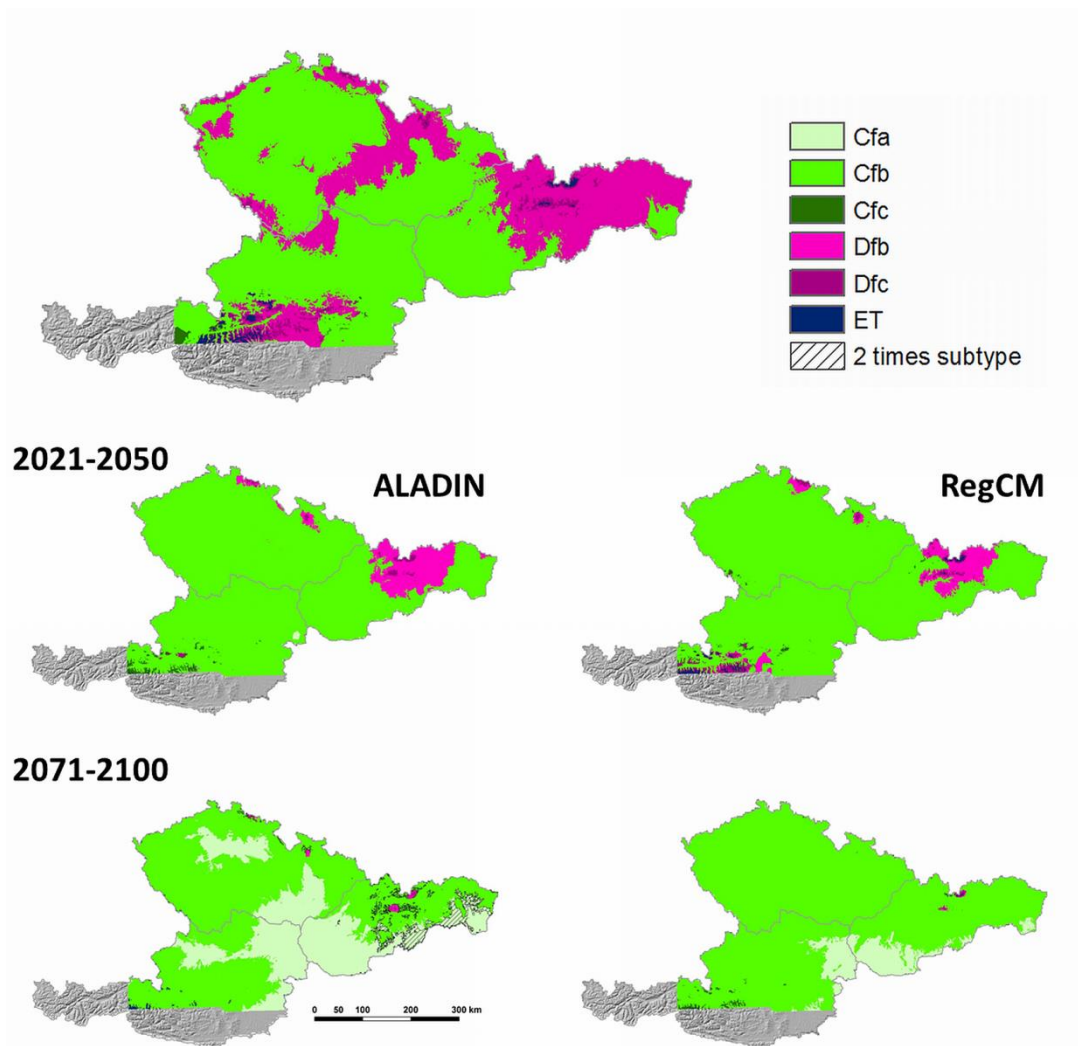
ekosystémy rozdělili území na 4 kategorie podle nadmořské výšky (do 400 m, 401-900, 901-1500 a nad 1500 m).



Obr. 2. Klimatické typy podle Köppen-Geiger klasifikace pro jednotlivé nadmořské výšky (1 – do 400 m, 2 – 401-900 m, 3- 901-1500 m, 4- nad 1500 m) a pro různé RCM modely (A – Aladin/Climate-CZ, R- RegCM) a dvě budoucí projekce (1- 2021-2050, 2 – 2071-2100)

V nadmořských výškách do 400 m je v současném klimatu dominantní kategorie Cfb, která se rozkládá na 89 % území (obr 2). Zbytek území je zastoupen chladnějším typem Dfb. V blízké budoucnosti 2021-2050 podle obou modelů dojde právě k výraznému rozšíření typu Cfb na úkor Dfb, který v těchto nadmořských výškách prakticky vymizí. Ve vzdálené budoucnosti 2071-2100 dojde k další změně a to hlavně podle modelu Aladin, který predikuje masivní nástup mediteránního typu klimatu Cfa, které se 71 % pokrytí území stane dominantní. Model RegCM rozšiřuje tento typ pouze na 20 % území. Oba dva modely se shodují, že dojde k jejímu rozšíření hlavně v oblasti jižního Slovenska a východního Rakouska. Navíc model Aladin jej predikuje pro oblasti jižní Moravy a Polabí (obr. 3). Ve středních nadmořských výškách 401-900 m se v současném klimatu rozkládají hlavně dva typy – Cfb (58 %) a Dfb (42 %). Pro blízkou budoucnost je charakteristický přesun významné části území z Dfb do Cfb, kdy zhruba poměr bude 90 % ku 10 %. V daleké budoucnosti podle obou modelů by Dfb se v této nadmořské výšce nevyskytovalo a dominantní roly by zde hrál typ Cfb. Dokonce podle modelu Aladin by se na 6 % území vyskytl mediteránní typ Cfa. V horských podmínkách 901-1500 m má v současném klimatu nejvyšší zastoupení typ Dfb (44 %), Cfb (34 %) a Dfc (19 %). Pro období 2021-2050 je zde stejný trend jako pro nižší nadmořské

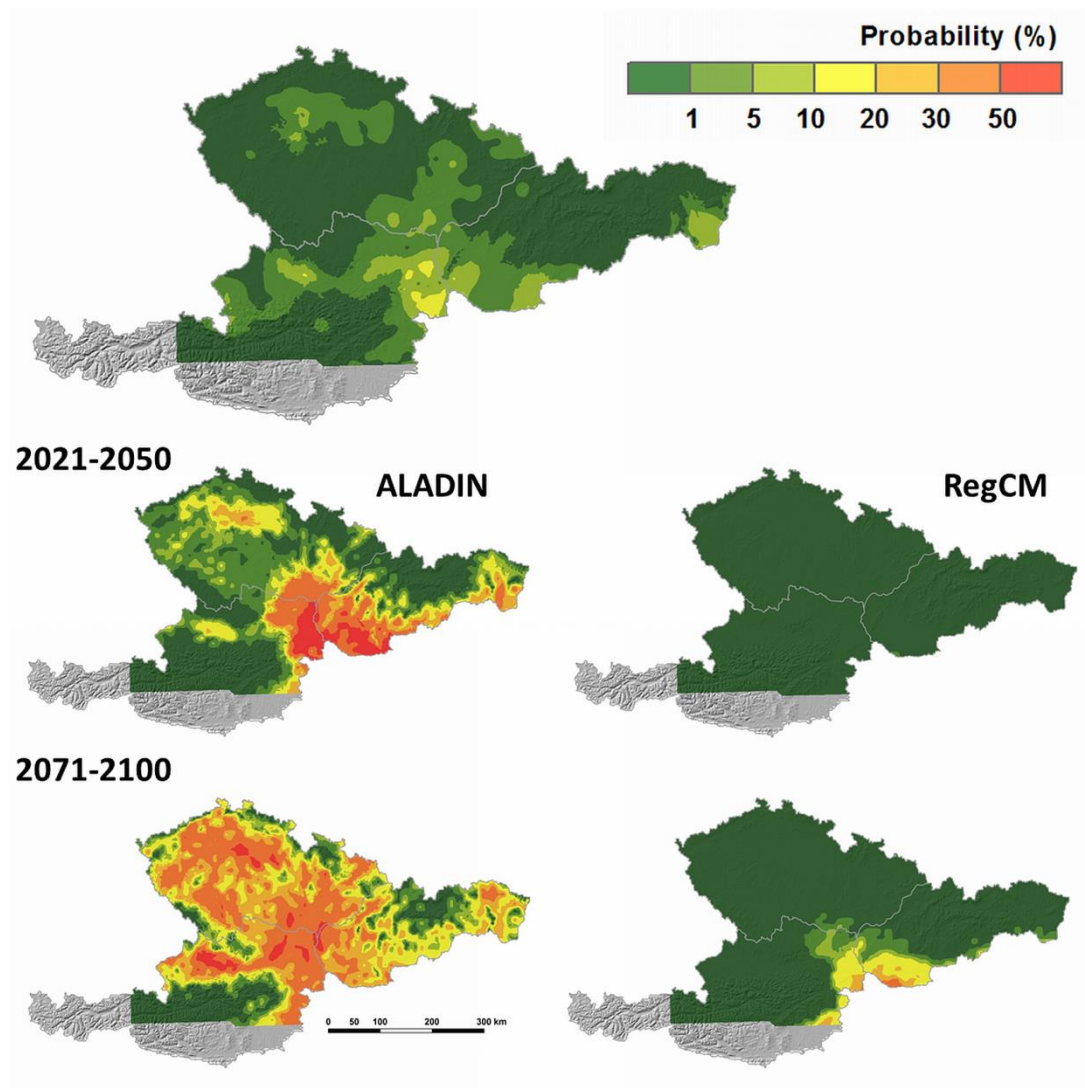
výšky, tedy že typy začínající písmenem D nahradí typ Cfb. Ve vzdálené budoucnosti se stane prakticky jediným typem vyskytující se v těchto nadmořských výškách. V nejvyšších nadmořských výškách (nad 1500 m) se vyskytuje na 45 % území typ Dfc a na 22 % území jsou tundry (ET). V predikci pro období 2021-2050 se oba modely liší. Model Aladin je daleko více radikální a výrazně snížil plochy obou převládajících typů. Tundry (ET) nechal na minimální ploše 0,7 % a nejvíce předpokládá zastoupení Cfb (55 %). Model RegCM sice také snižuje plochu Dfc a ET, ale podstatně méně. Pro vzdálenou budoucnost se modely vesměs shodují, že tyto nadmořské výšky bude pokrývat hlavně typ Cfb (75-88 %). Současné typy zde ponechává jen v řádu několika procent.



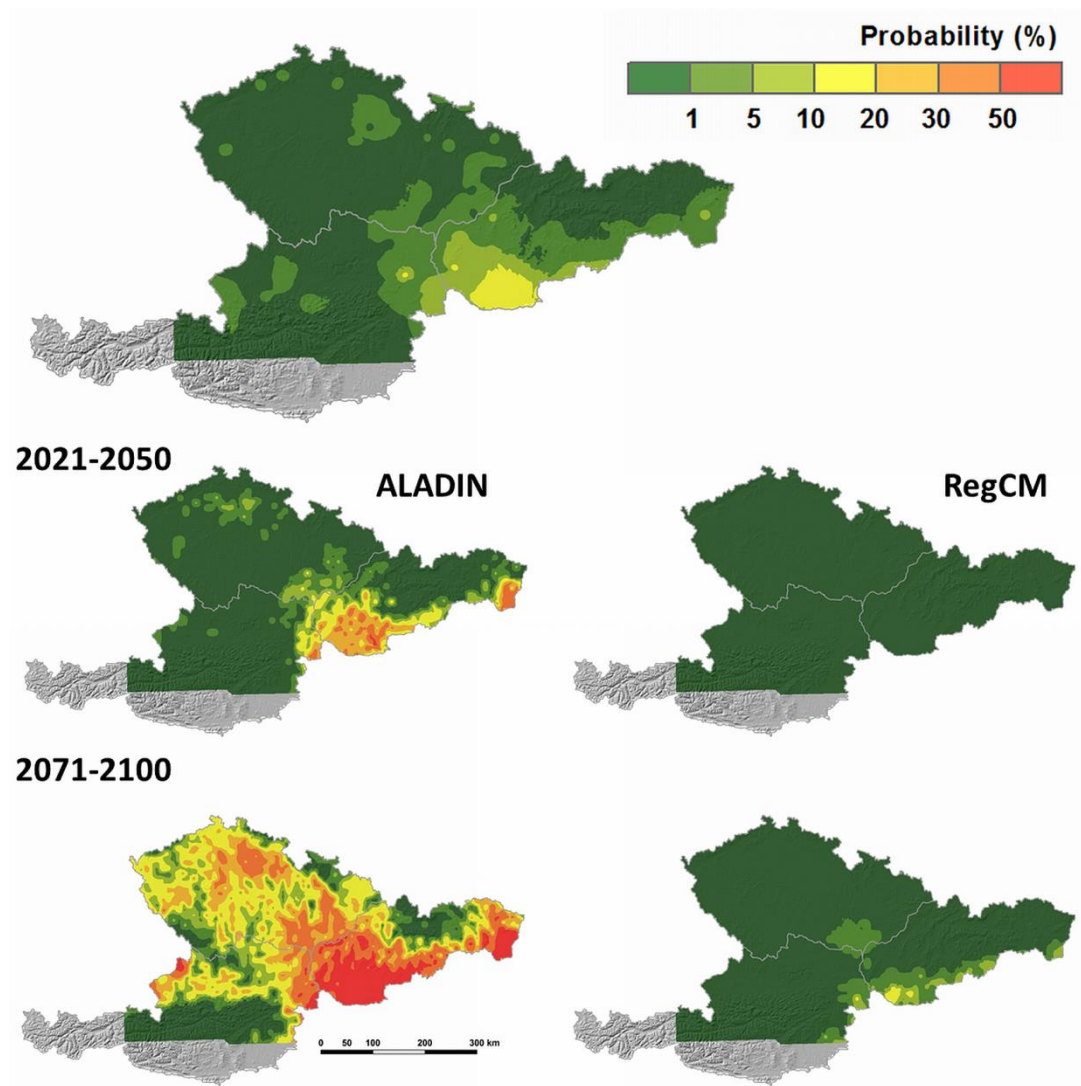
Obr 3. Köppen – Geiger klimatický klasifikace pro současné klima (nahore) a dvě budoucí projekce podle vybraných RCM modelů. Šrafování u levého spodního obrázku znamená oblasti, kde se subtype změnil dokonce dvakrát.

Na základě informace z RCM modelů, že se v budoucnosti dá předpokládat nástup mediteránních typů klimatu (Cfa), byla provedena analýza jednotlivých roků současného klimatu s cílem zjistit, jestli se už některé roky s těmito typy klimatu již nevyskytují (Cfa, Csa). Pro každou meteorologickou stanici a rok byl vypočtena daná klasifikace. Do počátku 80 let se prakticky na žádné stanici typ Cfa a nebo Csa neobjevil. První rok, který ve větší míře lze charakterizovat jako mediteránní, byl 1983, kdy na 8 % území byl typ Csa a na 6 % území Cfa. Mediteránní a subtropický typ počasí u nás převládal hlavně v první polovině 90 let a to konkrétně v letech 1992, 1994 a 1995. V roce 1992 bylo dohromady 30 % území charakterizováno typem Cfa a Csa. V roce 1994 šlo o 23 % území a v roce 1995 o 15 % území. V následující období je charakterizováno spíše častějším výskytem mediteránního typu klimatu, ale na menší ploše území než v první polovině 90. let. Zajímavé bylo i období 2000-2003, kdy každý rok se na 3-7 % území mediteránní typ klimatu objevil. Mezi další významné roky patří 2007 a 2009.

Podobná analýza byla provedena i pro budoucí klima z obou RCM modelů. Na základě vypočtených klasifikací pro jednotlivé stanice/roky byla zjištěna pravděpodobnost výskytu jednotlivých mediteránních typů jak v současnosti, tak pro období 2021-2050 a 2071-2100. V současném klimatu na pomezí Rakouska a Slovenska jsou lokality, kde pravděpodobnost výskytu Cfa typu je mezi 10-20 % (= 10-20 % roků mělo v období 1961-2009 tento typ klimatu). Hlavně oblast nížin má poté pravděpodobnost výskytu v kategoriích 1-5 % a 5-10 %. V projekci pro budoucí klima se oba použité model výrazně liší (obr. 4). Model Aladin výrazně zvyšuje tuto pravděpodobnost výskytu v obou budoucích období. V prvním období pro významnou část Dolního Rakouska a jižního Slovenska zvyšuje pravděpodobnost výskytu mediteránního typu počasí na více než 20 % a v některých lokalitách dokonce i nad 50 %. Ve vzdálené budoucnosti rozšiřuje plochu, která bude zasažena vyšší pravděpodobností výskytu Cfa typu. Model RegCM ale predikuje zcela jiné podmínky. Pro první období nedává prakticky žádnou pravděpodobnost výskytu tohoto typu na zájmovém území, což je dokonce méně než v současnosti. Pro období 2071-2100 modeluje Cfa typ s pravděpodobností vyšší než 10 % pro oblast jižního Slovenska a sousedícího území v Rakousku. Výsledky pro klimatický typ Csa jsou prakticky totožné, jen tento typ se vyskytuje nejvíce v oblasti jižního Slovenska, východněji od oblasti, kde se nejčastěji objevoval typ Cfa.



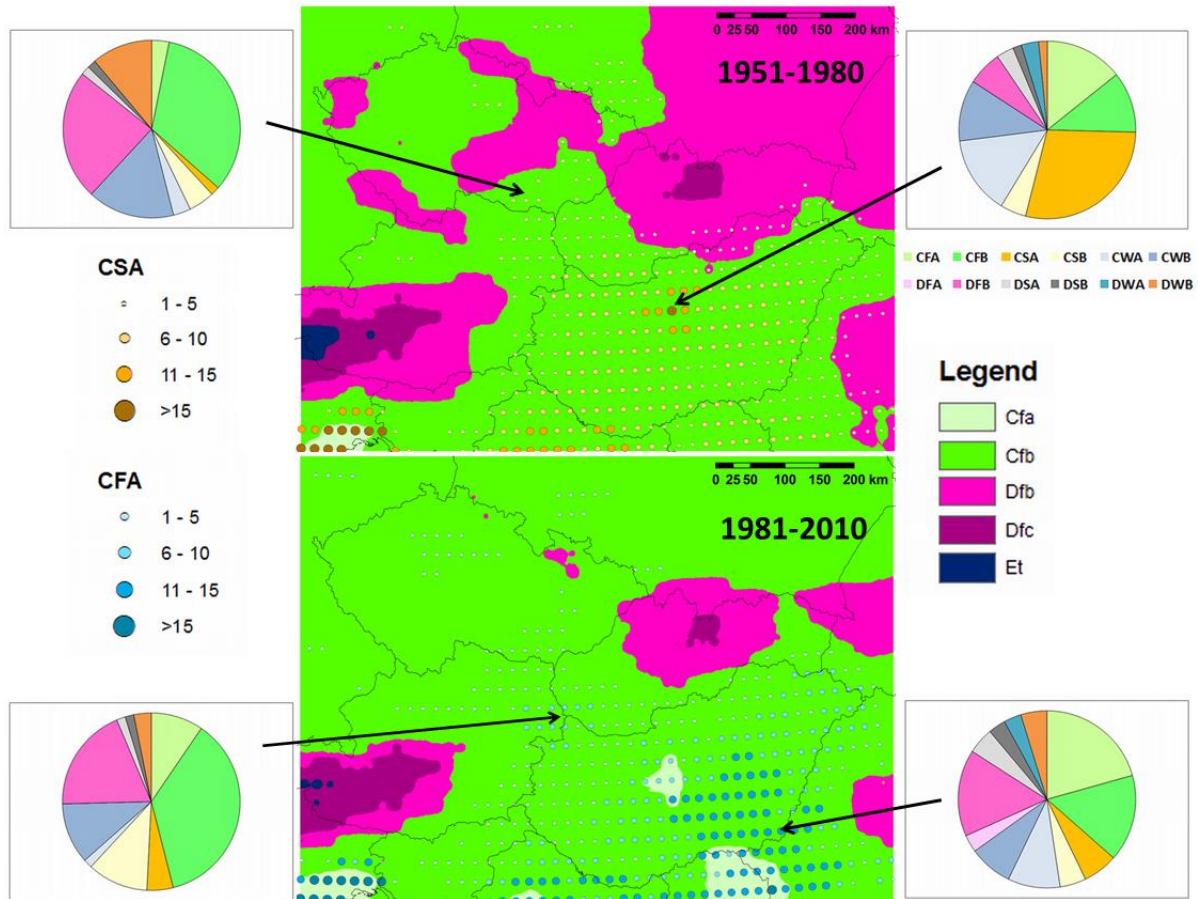
Obr. 4. Pravděpodobnost výskytu klimatického typu Cfa v současnosti (horní obrázek) a v budoucím klimatu podle dvou RCM modelů



Obr. 5. Pravděpodobnost výskytu klimatického typu Csa v současnosti (horní obrázek) a v budoucím klimatu podle dvou RCM modelů

Pro širší doménu zahrnující i Maďarsko, část Slovinska a další okolní státy byla použita analýza na základě EOBS databáze. Podobně jako na menší doméně byla vypočtena klimatická klasifikace pro jednotlivé gridové body a roky. Zároveň byla Köppen – Geiger klasifikace vypočtena pro dvě současné období 1951-1980 a 1981-2010 a sledována změna v daném čase. Jak lze vidět na obrázku 5, tam v období 1981-2010 se objevuje už větší území, které spadá do typu Cfa než tomu bylo v prvním zkoumaném období. Nejvýraznější pozorovaná změna je v úbytku zón typu Dfb a její změna v zónu Cfb. Stejně jak bylo pozorováno na staničních datech menší domény, tak i zde je výraznější nárůst mediteránních typů od 80 let 20. století. Prvním rokem s významným zastoupením mediteránních typů Cfa a Csa byl hned rok 1953, poté ale došlo spíše poklesu. V druhé polovině zkoumaného období se

objevuje řada roků s významným procentem území s mediteránním typem počasí. V roce 2010 šlo dokonce o 55 % území. Mezi další významné roky patří 1994 (43 %), 2007 (41 %), 1995 (37 %), 2009 (32,9 %), 1988 (30 %) a 1992 (26,2 %).



Obr. 5. Köppen – Geiger klasifikace na základě EOBS dat pro dvě období 1951-1980 a 1981-2010. Na horním obrázku jsou zobrazeny bodově počet roků s Csa, na spodním obrázku s Cfa typem.

Diskuze

Důležitým faktorem pro impaktové studie je co nejvěrnější chování klimatických modelů. Každý model v sobě obsahuje bias, který je vhodné korigovat. Výsledky z nekorigované verze modelu mohou dát zcela jiné a většinou nereálné výsledky. Podobný problém může nastat i v případě pokud se zvolí nevhodná metoda korekce a nebo častěji horší referenční řada. V prvním verzi byla vyzkoušena korekce pomocí re-analýzy ERA40. Z takto korigovaných dat byla vypočtena Köppen-Geiger klasifikace pro obě budoucí období. V nich se objevila

nová místa s klimatickým typem Cwa a Cwb, což se v Evropě v současném klimatu nevyskytuje a jejich typický výskyt je ve Střední a Jižní Americe. Tento typ je charakterizován jako vyvýšeniny s tropickým teplým klimatem se suchou zimou. Z tohoto hlediska je výskyt těchto zón na území Střední Evropy silně nepravděpodobný i při změně klimatu. Model ALADIN-Climate/CZ podhodnocuje výrazně srážky v zimních měsících v údolích kolem vyšších horských masívů. Typická jsou údolí ve slovenských Tatrách. Reanalýza ERA40 tuto nereálnou vlastnost modelu nedokázala korigovat, tak při budoucí projekci klimatu se v kombinaci teplot a srážek objevil tento artefakt. Z takového hlediska by byly výsledky nejen pro impaktové studie nepoužitelné. V případě korekce pomocí gridových bodů vycházející z technických řad stanic (viz kapitola data a metody) se žádná taková klimatická zóna neobjevila. Kvalitní referenční řada vycházející ze skutečných dat, dokázala tento bias modelových dat odstranit.

U modelu RegCM je známou vlastností výrazné nadhodnocení srážek pro celé zkoumané území. Většina území má nadhodnocené srážky o 150-200 % a hlavně oblast Slovenska dokonce i o více než 200 %. Bez korekce těchto dat by byly opět výsledky zcela mimo realitu a musela by se zde brát v úvahu jen relativní změna. V mnoha impaktových studiích, a nebo i zpracování Köppen-Geiger klasifikace, je vhodnější pracovat s absolutními čísly.

Závěr

V této studii je prezentována predikovaná změna Köppen-Geiger klimatické klasifikace pomocí RCM modelů s vysokým rozlišením, která může dobře sloužit jako podklad pro impaktové studie, hlavně se zaměřením na změnu ekosystémů. Klimatická klasifikace je závislá na teplotě vzduchu a srážkách, proto se v ní odráží kombinovaná změna obou prvků. Pro území Střední Evropy se ukazuje, že převážně ve vzdálenější budoucnosti (2071-2100) dojde k nárůstu mediteránních typů počasí (Cfa) a to v oblastech s nižší nadmořskou výškou (jižní Slovensko, jižní Morava, Polabí atd.). V blízké budoucnosti 2021-2050 se hlavně zmenší plocha boreálních oblastí (Dfb) a nastoupí v nich typ Cfb, který je typický pro nižší i střední nadmořské výšky Střední Evropy. Už v současné době je tento trend pozorován. Od roku 1980 dochází k nárůstu roků, které lze charakterizovat jako mediteránní či subtropický typ počasí (Cfa, Csa).

Literatura

Belda, M. a kol., (2014): Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *Clim. Res.*, 59, pp. 1-13

Farda, A. a kol.. (2010): Model ALADIN as regional climate model for central and eastern Europe. *Stud. Geophys. Geod.*, 54, pp. 313-332

Haylock, M.R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D., New, M., 2008: A European daily high-resolution gridded dataset of surface temperature and precipitation. *J Geophys Res*, 113, doi:10.1029/2008JD10201

Klein Tank, Albert, Janet Wijngaard and Aryan van Engelen, 2002. Climate of Europe; Assessment of observed daily temperature and precipitation extremes. KNMI, De Bilt, the Netherlands, 36pp.

Köppen W., 1923: Die Klimate der Erde. Walter de Gruyter, Berlin

Trewartha, G. T., 1968: An introduction to climate. McGraw-Hill, New York, NY

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel (2006). World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15 (3): 259–263.

Pal J.S., F. Giorgi, X. Bi, N. Elguindi, F. Solmon, S. A. Rauscher, X. Gao, R. Francisco, A. Zakey, J. Winter, M. Ashfaq, F. S. Syed, L. C. Sloan, J. L. Bell, N. S. Diffenbaugh, J. Karmacharya, A. Konaré, D. Martinez, R. P. da Rocha and A. L. Steiner, (2007).: Regional Climate Modeling for the Developing World: The ICTP RegCM3 and RegCNET, *Bull Am Meteorol Soc*, 88, pp. 1395–1409, 2007.

Štěpánek, P., Zahradníček, P., Brázdil, R., Tolasz, R. (2011a). Metodologie kontroly a homogenizace časových řad v klimatologii. Praha. 118 s. ISBN 978-80-86690-97-1.

Štěpánek, P., Zahradníček, P., Huth, R. (2011b). Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series. An example of Central European daily time series. *Időjaras*, 115, p. 87-98. ISSN 0324-6329.

Štěpánek, P., Zahradníček, P., Farda, A (2013). Experiences with homogenization of daily records of various meteorological elements in the Czech Republic. *Időjaras*, Vol. 117., No.1., 123-141

Poděkování

Tato studie byla podpořena projektem InterSucho - Vytvoření interdisciplinárního vědeckého týmu se zaměřením na výzkum sucha NO.CZ 1.07/2.3.00/20.0248). Aleš Farda by rád

poděkoval za podporu Grantové agentury České republiky v rámci projektu Globální a regionální modelové simulace klimatu ve střední Evropě v 18.–20. století v porovnání s pozorovaným a rekonstruovaným klimatem (P209/11/0956). Pavel Zahradníček a Petr Štěpánek by rádi poděkovali projektu Czechadapt – System for Exchange of Information on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation Measures on the Territory of the Czech Republic (no. EHP-CZ02-OV-1-013-01-2014).

Kontakt:

Mgr. Pavel Zahradníček, Ph.D.

Český hydrometeorologický ústav

Kroftova 43, Brno, 616 00

zahradnicek@chmi.cz